

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-131772

(43)Date of publication of application : 15.05.2001

---

(51)Int.Cl. C23C 28/00  
C23C 2/06  
C23C 2/26  
C23C 8/40

---

(21)Application number : 11-319801

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 10.11.1999

(72)Inventor : TAIRA SHOICHIRO  
IMOKAWA TORU  
NOMURA SHUJI  
SAKURAI MICHITAKA  
SUGIMOTO YOSHIHARU  
INAGAKI JUNICHI

---

(54) GALVANNEALED STEEL SHEET EXCELLENT IN PRESS FORMABILITY AND ITS PRODUCING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a galvanized steel sheet excellent in sliding characteristic in the press-formation and the producing method thereof.

SOLUTION: The galvanized steel sheet has a flattened part on the surface, and an oxide layer composed of <20 atomic % Al concentration and the balance substantially Zn and having  $\geq 10$  nm thickness exists on the surface of flattened part, and the producing method is provided.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

DERWENT-ACC-NO: 2001-460185

DERWENT-WEEK: 200150

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Molten alloy galvanized sheet iron for use as motor vehicle outer cover, has flat surface containing oxide layer with preset thickness, which contains preset amount of zinc based on aluminum in oxide layer

PATENT-ASSIGNEE: NKK CORP[NIKN]

PRIORITY-DATA: 1999JP-0319801 (November 10, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2001131772 A	May 15, 2001	N/A	006	C23C 028/00

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2001131772A	N/A	1999JP-0319801	November 10, 1999

INT-CL (IPC): C23C002/06, C23C002/26 , C23C008/40 , C23C028/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2001131772A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The molten alloy galvanized sheet iron has flat surface containing an oxide layer with a thickness of 10 nm or more. The oxide layer mainly consists of 20% or less of remainder zinc based on aluminum concentration in oxide layer.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for molten alloy galvanized sheet iron manufacturing method.

USE - For use as motor vehicle outer covering such as car body.

ADVANTAGE - The molten alloy galvanized sheet iron excels in sliding property at the time of press forming. The sliding friction at the time of press forming is reduced. The method enables to manufacture molten alloy galvanized sheet iron with excellent sliding property.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/3

TITLE-TERMS: MOLTEN ALLOY SHEET IRON MOTOR VEHICLE OUTER COVER FLAT

SURFACE

CONTAIN OXIDE LAYER PRESET THICK CONTAIN PRESET AMOUNT ZINC BASED  
OXIDE LAYER

DERWENT-CLASS: M13

CPI-CODES: M13-A;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2001-139459

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet with which it has a flat part on a front face, and has an oxide layer with a thickness of 10nm or more on the surface on that front face of a flat part, and aluminum concentration of this oxide layer is characterized by the remainder mainly consisting of Zn less than [ 20at% ].

[Claim 2] The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet according to claim 1 characterized by the rate of area of the above-mentioned flat part in a plating front face being 20 - 80% or less.

[Claim 3] The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet according to claim 1 or 2 characterized by for a plating layer mainly consisting of a delta plane 1, and including zeta phase.

[Claim 4] The manufacture approach of the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet characterized by forming an oxide layer by facing manufacturing claim 1 thru/or one alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of 3, and performing oxidation treatment after removing the oxide layer generated at the time of alloying processing.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet excellent in the sliding nature at the time of press forming, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet is excellent in weldability and paintwork as compared with a galvanized steel sheet, it is widely used in the extensive field focusing on the automobile car-body application. Press forming is performed to the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet in such an application, and use is presented with it. However, an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet has the fault that press-forming nature is inferior compared with cold rolled sheet steel. It is because this has the large sliding friction of the alloying hot-dipping steel plate in press metal mold compared with cold rolled sheet steel. That is, an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet stops being able to flow into press metal mold easily due to a part with the large sliding friction in a metal mold bead, and fracture of a steel plate tends to take place.

[0003] As an approach of raising the press-forming nature at the time of zinc system plating steel plate use, the approach of generally applying a hyperviscous lubricating oil is used widely. However, by this approach, the paint defect by poor cleaning occurs in a painting process for the high viscosity of a lubricating oil, and there are problems, like the press engine performance becomes unstable with the oil piece at the time of a press. Therefore, it is requested strongly that own press-forming nature of alloying hot dip zinking should be improved.

[0004] As an approach of solving the above-mentioned problem, the technique which is made to form in the front face of a zinc system plating steel plate the oxide film which makes ZnO a subject by performing electrolysis processing, immersion processing, spreading oxidation treatment, or heat-treatment, and raises weldability or workability is indicated to JP,53-60332,A and JP,2-190483,A.

[0005] By immersing a plating steel plate in the water solution of pH 2-6, performing electrolysis processing on the front face of a zinc system plating steel plate, or applying the above-mentioned water solution to it including sodium phosphate 5 - 60 g/l, JP,4-88196,A forms the oxide film which made P oxide the subject, and is indicating the technique which raises press-forming nature and chemical conversion nature.

[0006] JP,3-191093,A is indicating the technique which raises press-forming nature and chemical conversion nature by making nickel oxide generate on the front face of a zinc system plating steel plate by electrolysis processing, immersion processing, spreading processing, spreading oxidation treatment, or heat-treatment.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even when the above-mentioned advanced technology is applied to an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet, it is stabilized and the improvement effect of press-forming nature cannot be acquired. As a result of performing examination detailed about the cause, this invention persons found out that it was because surface irregularity is [ that

surface reactivity is uneven and ] large in the front face of an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet, when an oxide existed in an ununiformity. That is, when the advanced technology is applied to an alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet, since surface reactivity is uneven, even if it performs electrolysis processing, immersion processing, spreading oxidation treatment, heat-treatment, etc., it is difficult to make a predetermined coat form in a front face at homogeneity, and thickness will become thin in a reactant low part, i.e., a part with many amounts of aluminum oxides. Moreover, although it becomes surface heights to contact press metal mold and directly at the time of press forming since surface irregularity is large, the sliding friction in the contact section of the thin part and the metal mold of thickness becomes large among heights, this invention from which the improvement effect of press-forming nature is not fully acquired improves the above-mentioned trouble, and it aims at offering the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet excellent in the sliding nature at the time of press forming.

[0008]

[Means for Solving the Problem] That the above-mentioned technical problem should be solved, as a result of repeating research wholeheartedly, this invention persons are controlling the oxide layer thickness of the flat part surface which exists in an alloying hot-dip-zinc-coated-carbon-steel-sheet front face, and did the knowledge of the press-forming nature which stabilized and was excellent being obtained.

[0009] The above-mentioned flat part of an alloying hot-dip-zinc-coated-carbon-steel-sheet front face exists as heights as compared with a perimeter. It is stabilized and actually contacting press metal mold at the time of press forming can improve press-forming nature, if the sliding friction in this flat part is made small, since this flat part serves as a subject. In order to make small the sliding friction in this flat part, it is effective to prevent the adhesion of a plating layer and metal mold, and, for that purpose, it is effective to form a hard and high-melting coat in the front face of a plating layer. As a result of advancing examination from this viewpoint, it found out that it was effective to control the oxide layer thickness of a flat part surface.

[0010] Moreover, in order for the oxide-film layer generated with heating at the time of alloying processing to remain and to obtain oxide-film thickness required for improvement in sliding nature, practical problems, such as needing processing of long duration, are shown in an alloying hot-dip-zinc-coated-carbon-steel-sheet surface. After advancing examination also about the solution approach of this trouble and removing the oxide layer of the surface after temper rolling, it found out that improvement in sliding nature was attained by short-time processing by performing oxidation treatment anew.

[0011] Based on the above knowledge, it succeeds in this invention, and the 1st invention has a flat part on a front face, and aluminum concentration of the flat part surface offers the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet with which the oxide layer which the remainder becomes mainly from Zn less than [ 20at% ] is characterized by existing by the thickness of 10nm or more. The 2nd invention offers the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet characterized by the rate of area of the above-mentioned flat part in a plating front face being 20 - 80% in the 1st invention. The alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet characterized by for a plating layer mainly consisting of a delta plane 1, and the 3rd invention containing zeta phase in the 1st and 2nd invention is offered. The 4th invention offers the manufacture approach of the above-mentioned alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet characterized by forming an oxide layer by performing oxidation treatment, after removing the oxide membrane layer generated at the time of alloying processing to the above-mentioned flat part.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Irregularity exists in a front face according to the difference of the reactivity [ hot-dip zinc-coated carbon steel sheet / alloying ] of the steel plate-plating interface at the time of alloying processing. However, if a front face is graduated by approaches, such as temper rolling, the irregularity on the front face of plating will be eased. Therefore, at the time of press forming, the force required for metal mold to crush the heights on the front face of plating can decline, and a sliding property can be raised.

[0013] Since the flat part of an alloying hot-dip-zinc-coated-carbon-steel-sheet front face is a part which

metal mold contacts directly at the time of press forming, as for it, it is important for improvement in sliding nature that hard [ which prevents adhesion with metal mold ], and the high-melting matter exist. Although it is effective in improvement in a sliding property, since a surface oxide is worn out and shaved off, when the touch area of metal mold and a work material is large, existence of an oxide film thick enough is required for forming an oxide layer in a surface also from this viewpoint at the time of press forming. However, since most remains although destroyed in part when the oxide layer is formed in the plating front face by heating at the time of alloying processing and flattening is carried out by approaches, such as temper rolling, surface reactivity is not enough and it is difficult to obtain predetermined oxide-film thickness by subsequent oxidation treatment. Then, since a front face can be activated and an oxide film thick enough can be given by subsequent oxidation treatment by removing the oxide film which remained on the surface, good sliding nature can be obtained.

[0014] Although the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet in which good sliding nature is shown by setting \*\*\*\* layer thickness in the above-mentioned flat part to 10nm or more is obtained, it is more effective if thickness of the oxide film is set to 30nm or more. This is because it remains even when the surface oxide film is worn out, and the fall of sliding nature is not caused in press-forming processing to which the touch area of metal mold and a workpiece becomes large. On the other hand, since it will become difficult for surface reactivity to fall extremely and to form a chemical conversion coat if it exceeds 200nm although especially the upper limit of the thickness of the oxide film is not established, it is desirable to be referred to as 200nm or less.

[0015] Although how to remove mechanically [ polish etc. ], the approach of removing chemically by processing by immersion or the spray to lye, etc. can be considered as the technique of removing the oxide layer which remained on the surface, there is no limit in the technique that the surface oxide film should just be removed by subsequent oxidation treatment.

[0016] Surface aluminum concentration of an oxide layer [ in / here / this invention ] is [ the remainder ] the thing of the oxide layer which mainly consists of Zn and oxygen in less than [ 20at% ]. Although little aluminum is contained during the melting zinc plating bath in order to control a superfluous alloying reaction, this aluminum is incorporated by the plating coat and the multiple oxide layer of Zn and aluminum is formed in a plating front face in the case of heating at the time of alloying processing. If the surface amount of aluminum oxides increases, since oxidation reaction of Zn will be controlled, oxide thickness cannot be thickened. Therefore, since the surface oxide film is worn out and shaved off in case it is press working of sheet metal to which sliding distance becomes long, sufficient sliding nature is not demonstrated. So, in order to show sliding property sufficient also on such press conditions, it is necessary to make thickness of the oxide film thicker. However, since it is difficult, thickening oxide thickness for a short time needs to remove the oxide film generated at the time of alloying processing, it needs to expose an activity front face, and needs to make the oxide film newly generate, after many aluminum oxides have existed in the front face. However, in case the oxide film generated at the time of alloying processing is removed, it is impossible to remove aluminum oxide completely and, as for aluminum oxide, a part remains in an ununiformity. If aluminum oxide remains in an ununiformity, the reoxidation object thickness of film will also become uneven, and sufficient sliding property will not be acquired. Therefore, the amount of survival of aluminum oxide excels [ direction / little ] in a sliding property. Since aluminum oxide which remained exists in a front face, by evaluating surface aluminum concentration, the homogeneity of the surface oxide film can be evaluated, when it is less than [ 20at% ], the surface oxide film is uniform and a good sliding property is acquired. Moreover, in case the oxide film is made to generate, even if S, N, P, B, Cl, Na, Mn, calcium, Mg, Ba, Sr, Si, etc. which are contained in processing liquid are incorporated in an oxide film, a sliding property does not deteriorate.

[0017] In what is limited, there is especially no formation approach of the oxide layer of this invention, and it can apply approaches, such as immersion to the water solution of oxidizer content, blasting of this water solution, or electrolysis processing with this water solution.

[0018] In addition, it can ask for the thickness of the oxide layer on the front face of a flat part with the Auger electron spectroscopy (AES) combined with Ar ion sputtering. In this approach, after carrying out



a spatter by the given thickness, a presentation in that depth can be searched for by relative sensibility factor amendment from the spectral intensity of each element of the measuring object. After the content of O resulting from an oxide or a hydroxide serves as maximum in a certain depth (this may be the outermost layer), it decreases and becomes fixed. The content of O makes the thickness of an oxide the depth used as one half of the sums of maximum and constant value in a location deeper than maximum. moreover, . which makes surface aluminum concentration the maximum in the depth direction profile of aluminum content -- it is here and, as for the rate of area of the flat part in a plating front face, considering as 20 - 80% is desirable. At less than 20%, since a touch area with the metal mold in the part (crevice) except a flat part becomes large and the rate of area of the flat part which can control oxide thickness certainly among the area which actually contacts metal mold becomes small, the improvement effect of press-forming nature becomes small. Moreover, the part except a flat part has the role which holds a press oil at the time of press forming. Therefore, if the rate of area of the part except a flat part becomes less than 20%, at the time of press forming, it will lifting-come to be easy of an oil piece, and the improvement effect of press-forming nature will become small (if the rate of flat part area exceeds 80%).

[0019] In addition, the flat part on the front face of plating is easily identifiable by observing a front face with an optical microscope or a scanning electron microscope. It can ask for the rate of area of the flat part in a plating front face by carrying out image analysis of the above-mentioned microphotography.

[0020] Although especially Fe content and aluminum content of a plating coat of the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet used by this invention are not specified, as a plating layer, it mainly consists of a delta plane 1, and the structure containing zeta phase is still more desirable. If zeta or eta with low Fe concentration becomes a subject, since a plating coat will serve as elasticity at a low-melt point point, it may become the so-called flaking at the time of press forming, a plating coat may deposit on metal mold, and the fall of the productivity by the increment in frequency of fall metallurgy mold care and cleaning of the product yield may be brought about. Moreover, if alloying is advanced until it becomes delta1 single phase, gamma phase with high Fe content and gamma plane 1 become thick, and it will become easy to produce powdering in which a plating coat exfoliates at the time of press working of sheet metal, and will be easy to generate the bruise by exfoliation powder. Therefore, the structure where zeta remains with delta1 subject as a plating coat is advantageous.

[0021] Although it is required to be related for manufacturing the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet concerning this invention, and to add aluminum during a plating bath, especially addition component elements other than aluminum are not limited. That is, even if Fe, Pb, Sb, Si, Sn, Mg, Mn, nickel, Ti, Li, Cu, etc. are contained or added other than aluminum, the effectiveness of this invention is not spoiled.

[0022]

[Example] Next, an example explains this invention to a detail further.

[0023] On cold rolled sheet steel of 0.8mm of board thickness, the alloying hot-dip-zincing coat of a conventional method was formed, and temper rolling was performed further. In this case, the rate of flat part area in a front face was changed by changing the pressing-down load of temper rolling. Then, in order to make an oxide layer form in the surface of a flat part, two kinds of oxidation treatments as follows were performed.

[0024] The [formation approach A] above-mentioned alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet is immersed in the hydrogen-peroxide-solution solution of sulfuric-acid acidity of pH3. Temperature of 50 degrees C. Various concentration of a hydrogen peroxide is changed and the oxide layer thickness in a flat part is adjusted.

[0025] The [formation approach B] above-mentioned alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet is immersed in the sodium-nitrate water solution of sulfuric-acid acidity of pH2, and it is cathode electrolysis. Temperature of 50 degrees C. Various current density and resistance welding times are changed, and the oxide layer thickness in a flat part is adjusted.

[0026] Before the above-mentioned oxidation treatment, it was immersed in the sodium-hydroxide water solution of pH12, and the oxide layer generated with heating at the time of alloying processing was

removed.

[0027] Subsequently, measurement of Fe content in a plating coat, the rate of flat part area, oxide layer thickness, and surface aluminum concentration and evaluation of press-forming nature were performed about the test specimen created by the above-mentioned approach. Measurement of oxide layer thickness and surface aluminum concentration and evaluation of press-forming nature were performed by the following approach.

[0028] After measuring the content (at%) of each element of a flat part with the thickness measurement Auger electron spectroscopy (AES) of an oxide layer and carrying out Ar sputtering by predetermined Mr. Fukushima succeeding, presentation distribution of each element of the depth direction was measured by measuring content of each element in a plating coat by AES, and repeating this. After the content of O resulting from an oxide and a hydroxide serves as max in a certain depth, it decreases and becomes fixed. The content of O made the thickness of an oxide the depth used as one half of the sums of maximum and constant value in the location deeper than maximum. Moreover, the value from which the content of aluminum serves as max was made into surface aluminum concentration. In addition, Ar sputtering for 30 seconds was performed as conditioning, and the contamination layer on the front face of a specimen was removed.

[0029] (2) In order to evaluate press-forming nature evaluation trial (coefficient-of-friction measurement trial) press-forming nature, it is the following, and coefficient of friction of each specimen was made and measured.

[0030] Drawing 1 is the outline front view showing a coefficient-of-friction measuring device. As shown in this drawing, the data 1 for coefficient-of-friction measurement extracted from the specimen are fixed to the data base 2, and the data base 2 is being fixed to the top face of the slide table 3 in which horizontal migration is possible. The slide table susceptor 5 which has the roller 4 which touched this and which can be moved up and down is formed in the inferior surface of tongue of a slide table 3, and the 1st load cell 7 for measuring the forcing load N to the data 1 for coefficient-of-friction measurement by the bead 6 is attached in the slide table susceptor 5 by pushing up this. The 2nd load cell 8 for measuring the sliding drag force F for moving a slide table 3 horizontally in the condition of having made the above-mentioned pressure acting is attached in one edge of a slide table 3. in addition -- as a lubricating oil -- the Nihon Parkerizing Co., Ltd. make -- it examined by applying NOx last 550HN to the front face of a sample 1.

[0031] Drawing 2 and 3 are the outline perspective views showing the configuration and dimension of the used bead. The inferior surface of tongue of a bead 6 slides in the condition of having been pushed against the front face of a sample 1. The bead inferior surface of tongue where the lower part of width of face of 10mm, sliding direction die length of 12mm of a sample, and the sliding direction both ends consists of curved surfaces of curvature 4.5mmR, and, as for the configuration of the bead 6 shown in drawing 2, a sample is forced has a flat surface with a width of face [ of 10mm ], and a sliding direction die length of 3mm. The bead inferior surface of tongue where the lower part of width of face of 10mm, sliding direction die length of 69mm of a sample, and the sliding direction both ends consists of curved surfaces of curvature 4.5mmR, and, as for the configuration of the bead 6 shown in drawing 3, a sample is forced has a flat surface with a width of face [ of 10mm ], and a sliding direction die length of 60mm.

[0032] The coefficient-of-friction measurement trial went by two conditions shown below.

[0033] It considered as forcing load N:400kgf and drawing rate (horizontal migration rate of slide table 3):100 cm/min of a sample using the bead shown in [condition 1] drawing 2.

[0034] It considered as forcing load N:400kgf and drawing rate (horizontal migration rate of slide table 3):20 cm/min of a sample using the bead shown in [condition 2] drawing 3.

[0035] The coefficient of friction  $\mu$  between a specimen and a bead was computed by formula:  $\mu = F/N$ .

[0036] A test result is shown in Table 1.

[0037]

[Table 1]

試験材 No.	酸化物層 形成方法	調質圧延後 アルカリ処理	めっき層中F <sub>o</sub> 含有率 (wt%)	平坦部面積率 (%)	表層Al濃度 (at%)	平坦部酸化膜厚 (nm)	摩擦係数		備考
							条件1	条件2	
1	処理無し	無し	9.9	0	22.0	-	0.185	0.258	比較例1
2	"	"	9.5	43	24.2	6.2	0.18	0.244	比較例2
3	A	有り	11.2	38	25.1	8.1	0.178	0.23	比較例3
4	B	"	10.4	49	21.2	7.9	0.173	0.239	比較例4
5	A	"	9.9	10	13.0	12.6	0.164	0.244	比較例5
6	B	"	10.5	15	11.5	19.5	0.167	0.236	比較例6
7	A	"	10.1	86	17.2	13.1	0.163	0.231	比較例7
8	B	"	8.9	90	10.9	15.5	0.166	0.234	比較例8
9	A	"	11.5	51	24.5	20.1	0.171	0.23	比較例9
10	B	"	11.6	50	24.5	27.9	0.162	0.201	比較例10
11	A	"	10.0	50	18.1	13.2	0.13	0.232	本発明例1
12	B	"	9.8	46	17.7	14.0	0.122	0.223	本発明例2
13	A	"	11.1	58	10.5	21.1	0.13	0.241	本発明例3
14	A	"	10.6	54	9.8	24.5	0.124	0.237	本発明例4
15	B	"	10.9	54	11.1	26.4	0.13	0.235	本発明例5
16	B	"	10.9	50	15.4	23.5	0.124	0.224	本発明例6
17	A	"	8.8	45	12.4	30.0	0.132	0.172	本発明例7
18	A	"	8.6	53	8.9	33.8	0.129	0.177	本発明例8
19	A	"	9.5	45	9.4	31.0	0.134	0.176	本発明例9
20	A	"	9.8	50	8.4	32.5	0.125	0.178	本発明例10
21	A	"	10.4	49	9.3	51.3	0.136	0.171	本発明例11
22	A	"	9.4	67	11.2	82.1	0.127	0.165	本発明例12
23	A	"	10.5	57	13.4	167.0	0.124	0.166	本発明例13
24	B	"	10.4	60	17.5	45.6	0.125	0.177	本発明例14
25	B	"	10.6	54	13.2	52.3	0.136	0.17	本発明例15
26	B	"	10.6	58	10.0	43.9	0.127	0.176	本発明例16
27	B	"	9.3	58	9.2	47.4	0.133	0.179	本発明例17
28	B	"	9.5	63	9.1	82.3	0.132	0.169	本発明例18
29	B	"	10.4	65	8.5	112	0.129	0.162	本発明例19
30	B	"	9.6	64	8.1	126.0	0.128	0.166	本発明例20

[0038] As shown in Table 1, when surface oxide-film thickness, surface aluminum concentration, and the rate of area of a flat part were in this invention within the limits (examples 1-20 of this invention), all of coefficient of friction of conditions 1 were very low values, when oxide-film thickness was still as thicker as 30nm or more (examples 7-20 of this invention), coefficient of friction of conditions 2 also became a low value, and it showed the still better sliding property. On the other hand, the example of a comparison (examples 1-4 of a comparison) for which surface oxide-film thickness and surface aluminum concentration separate from this invention range showed the value with any high coefficient of friction, and the sliding property fell. On the other hand, even if surface oxide-film thickness and surface aluminum concentration were contained in this invention within the limits, although, as for the example of a comparison for which the rate of flat part area separates from this invention within the limits, coefficient of friction of (the examples 5-8 of a comparison) and conditions 1 fell slightly, coefficient of friction of conditions 2 did not fall at all, but there was no improvement effect of a sliding property. Moreover, even if oxide-film thickness and the rate of flat part area were contained in this invention within the limits, the example of a comparison for which surface aluminum concentration separates from this invention within the limits was only that coefficient of friction of (the examples 9 and 10 of a comparison) and conditions 1 and 2 fell slightly.

[0039]

[Effect of the Invention] Since the alloying hot-dip zinc-coated carbon steel sheet of this invention has a flat part on a front face and it has the oxide layer with a thickness of 10nm or more on the front face of the flat part, the sliding friction at the time of press forming is small, and the press-forming nature which stabilized and was excellent is shown.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline front view showing a coefficient-of-friction measuring device.

[Drawing 2] The outline perspective view showing the bead configuration and dimension in drawing 1 .

[Drawing 3] The outline perspective view showing the bead configuration and dimension in drawing 1 .

[Description of Notations]

1 ... a coefficient-of-friction test sample

2 ... a sample base

3 ... a slide table

4 ... a roller

5 ... slide table susceptor

6 ... a bead

7 ... the 1st load cell

8 ... the 2nd load cell

9 ... a rail

N ... a forcing load

F ... sliding drag force

P ... a tension load

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-131772  
(P2001-131772A)

(43) 公開日 平成13年5月15日 (2001.5.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード* (参考)
C 2 3 C	28/00	C 2 3 C	28/00
	2/06		2/06
	2/26		2/26
	8/40		8/40

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平11-319801	(71) 出願人	000004123 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
(22) 出願日	平成11年11月10日 (1999. 11. 10)	(72) 発明者	平 章一郎 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(72) 発明者	妹川 透 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プレス成形性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 プレス成形における摺動性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 平坦部を表面に有し、その平坦部表面のAl濃度が20at%未満で、残部が主としてZnからなる酸化物層が10nm以上の厚さで存在する合金化溶融亜鉛めっき鋼板及びその製法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に平坦部を有し、その平坦部表面の表層に10nm以上の厚さの酸化物層を有し、この酸化物層のAl濃度が20at%未満で、残部が主としてZnからなることを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項2】 めっき表面における上記平坦部の面積率が20～80%以下であることを特徴とする請求項1に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項3】 めっき層が主としてδ1相からなり、また、ε相を含んでいることを特徴とする請求項1または2に記載の合金化溶融亜鉛めっき鋼板。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかの合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造するに際し、合金化処理時に生成した酸化物層を除去した後、酸化処理を行うことにより、酸化物層を形成することを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、プレス成形時における摺動性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】合金化溶融亜鉛めっき鋼板は亜鉛めっき鋼板と比較して溶接性および塗装性に優れることから、自動車車体用途を中心に広範な分野で広く利用されている。そのような用途での合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、プレス成形を施されて使用に供される。しかし、合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、冷延鋼板に比べてプレス成形性が劣るという欠点を有する。これはプレス金型での合金化溶融めっき鋼板の摺動抵抗が冷延鋼板に比べて大きいことが原因である。すなわち、金型ビードでの摺動抵抗が大きい部分で合金化溶融亜鉛めっき鋼板がプレス金型に流入しにくくなり、鋼板の破断が起こり易い。

【0003】亜鉛めっき鋼板使用時のプレス成形性を向上させる方法としては、一般に高粘度の潤滑油を塗布する方法が広く用いられている。しかし、この方法では、潤滑油の高粘度のために塗装工程で脱脂不良による塗装欠陥が発生したり、また、プレス時の油切れにより、プレス性能が不安定になる等の問題がある。従って、合金化溶融亜鉛めっき自身のプレス成形性が改善されることが強く要請されている。

【0004】上記の問題を解決する方法として、特開昭53-60332号公報および特開平2-190483号公報には、亜鉛めっき鋼板の表面に電解処理、浸漬処理、塗布酸化処理、または加熱処理を施すことにより、ZnOを主体とする酸化膜を形成させて溶接性、または加工性を向上させる技術を開示している。

【0005】特開平4-88196号公報は、亜鉛めっき鋼板の表面に、りん酸ナトリウム5～60g/lを含み、pH2～6の水溶液にめっき鋼板を浸漬するか、電解処理を行

う、または、上記水溶液を塗布することにより、P酸化物を主体とした酸化膜を形成して、プレス成形性および化成処理性を向上させる技術を開示している。

【0006】特開平3-191093号公報は、亜鉛めっき鋼板の表面に電解処理、浸漬処理、塗布処理、塗布酸化処理、または加熱処理により、Ni酸化物を生成させることにより、プレス成形性および化成処理性を向上させる技術を開示している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の先行技術を合金化溶融亜鉛めっき鋼板に適用した場合でも、プレス成形性の改善効果を安定して得ることは出来ない。本発明者らは、その原因について詳細な検討を行った結果、合金化溶融亜鉛めっき鋼板の表面には、酸化物が不均一に存在することにより、表面の反応性が不均一であることを、および、表面の凹凸が大きいことが原因であることを見出した。即ち、先行技術を合金化溶融亜鉛めっき鋼板に適用した場合、表面の反応性が不均一であるために、電解処理、浸漬処理、塗布酸化処理および加熱処理等を行っても所定の皮膜を表面に均一に形成させることは困難であり、反応性の低い部分、すなわち、Al酸化物量が多い部分では膜厚が薄くなってしまう。また、表面の凹凸が大きい場合、プレス成形時にプレス金型と直接接触するのは表面の凸部となるが、凸部のうち膜厚の薄い部分と金型との接触部での摺動抵抗が大きくなり、プレス成形性の改善効果が十分には得られない本発明は上記の問題点を改善し、プレス成形時の摺動性に優れた合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記の課題を解決すべく、鋭意研究を重ねた結果、合金化溶融亜鉛めっき鋼板表面に存在する平坦部表層の酸化物層厚さを制御することで、安定して優れたプレス成形性が得られることを知見した。

【0009】合金化溶融亜鉛めっき鋼板表面の上記平坦部は、周囲と比較すると凸部として存在する。プレス成形時に実際にプレス金型と接触するのは、この平坦部が主体となるため、この平坦部における摺動抵抗を小さくすれば、プレス成形性を安定して改善することが出来る。この平坦部における摺動抵抗を小さくするには、めっき層と金型との凝着を防ぐのが有効であり、そのためには、めっき層の表面に、硬質かつ高融点の皮膜を形成することが有効である。この観点から検討を進めた結果、平坦部表層の酸化物層厚さを制御することが有効であることを見出した。

【0010】また、合金化溶融亜鉛めっき鋼板表層には、合金化処理時の加熱により生成した酸化膜層が残存しており、摺動性の向上に必要な酸化膜厚を得るには、長時間の処理を必要とするなどの実用上の問題がある。

この問題点の解決方法についても検討を進め、調質圧延後の表層の酸化物層を除去した後に、改めて酸化処理を施すことにより、短時間の処理で摺動性の向上が可能になることを見出した。

【0011】本発明は、以上の知見に基づいて為されたものであり、第1発明は、平坦部を表面に有し、その平坦部表層のAl濃度が20at%未満で、残部が主としてZnからなる酸化物層が10nm以上の厚さで存在することを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供する。第2発明は、第1発明において、めっき表面における上記平坦部の面積率が20～80%であることを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供する。第3発明は第1および第2発明において、めっき層が主としてδ1相からなり、また、δ相を含んでいることを特徴とする合金化溶融亜鉛めっき鋼板を提供する。第4発明は、上記平坦部に対して、合金化処理時に生成した酸化物膜層を除去した後、酸化処理を行うことにより、酸化物層を形成することを特徴とする上記合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法を提供する。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、合金化処理時の鋼板-めっき界面の反応性の差により、表面に凹凸が存在する。しかしながら、調質圧延などの方法により表面を平滑化すると、めっき表面の凹凸が緩和される。従って、プレス成形時には、金型がめっき表面の凸部を押しつぶすのに必要な力が低下し、摺動特性を向上させることが出来る。

【0013】合金化溶融亜鉛めっき鋼板表面の平坦部は、プレス成形時に金型が直接接触する部分であるため、金型との凝着を防止する硬質かつ高融点の物質が存在することが摺動性の向上には重要である。この観点からも、表層に酸化物層を形成することは、摺動特性の向上に有効であるが、プレス成形時に表層の酸化物は摩耗し削り取られるため、金型と被加工材の接触面積が大きい場合には、十分に厚い酸化膜の存在が必要である。しかしながら、めっき表面には合金化処理時の加熱により酸化物層が形成されており、調質圧延などの方法により平坦化された際に、一部破壊されているものの、大部分が残存しているため、表面の反応性が十分でなく、その後の酸化処理により所定の酸化膜厚を得ることは困難である。そこで、表層に残存した酸化膜を除去することにより、表面を活性化出来、その後の酸化処理で十分に厚い酸化膜を付与することが出来るため、良好な摺動性を得ることが出来る。

【0014】上記平坦部における酸化物層の厚さを10nm以上とすることにより、良好な摺動性を示す合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られるが、酸化物膜の厚さを30nm以上とするとより効果的である。これは、金型と被加工物の接触面積が大きくなるプレス成形加工において、表層の酸化物膜が摩耗した場合でも残存し、摺動性の低下を招

くことがないからである。一方、酸化物膜の厚さの上限は特に設けないが、200nmを超えると表面の反応性が極端に低下し、化成処理皮膜を形成するのが困難になるため、200nm以下とするのが望ましい。

【0015】表層に残存した酸化物層を除去する手法としては、研磨などの機械的に除去する方法や、アルカリ液に浸漬あるいはスプレーなどで処理することにより、化学的に除去する方法などが考えられるが、その後の酸化処理までに表層の酸化物膜が除去されていればよく、その手法に制限はない。

【0016】ここで、本発明における酸化物層とは、表層のAl濃度が20at%未満で、残部が主としてZnと酸素からなる酸化物層のことである。溶融亜鉛めっき浴中には、過剰な合金化反応を抑制するために少量のAlが含まれているが、このAlはめっき皮膜にも取り込まれ、合金化処理時の加熱の際には、めっき表面にZnとAlとの複合酸化物層が形成される。表面のAl酸化物量が多くなると、Znの酸化反応が抑制されるために、酸化物膜厚を厚くすることが出来ない。従って、摺動距離が長くなるようなプレス加工の際には、表層の酸化物膜が摩耗して削り取られるため、十分な摺動性を発揮しない。そこで、そのようなプレス条件でも十分な摺動特性を示すためには、酸化物膜の厚さをより厚くする必要がある。しかしながら、表面にAl酸化物が多く存在した状態で、酸化物膜厚を短時間で厚くすることは困難であるために、合金化処理時に生成した酸化物膜を除去して、活性な表面を露出させ、新たに酸化物膜を生成させる必要がある。ところが、合金化処理時に生成した酸化物膜を除去する際に、Al酸化物を完全に除去することは不可能であり、Al酸化物は一部分が不均一に残存する。不均一にAl酸化物が残存すると、再酸化物皮膜厚さも不均一となり、十分な摺動特性が得られない。従って、Al酸化物の残存量は少ない方が摺動特性に優れる。残存したAl酸化物は表面に存在するため、表面のAl濃度を評価することにより、表面酸化物膜の均一性が評価可能であり、20at%未満の場合には表面酸化物膜は均一で、良好な摺動特性が得られる。また、酸化物膜を生成させる際に、処理液に含まれるS, N, P, B, Cl, Na, Mn, Ca, Mg, Ba, Sr, Si等が酸化物皮膜中に取り込まれても、摺動特性が劣化することはない。

【0017】本発明の酸化物層の形成方法は、特に限定されるものでは無く、酸化剤含有の水溶液への浸漬や同水溶液の吹き付け、あるいは、同水溶液での電解処理などの方法を適用することが出来る。

【0018】なお、平坦部表面の酸化物層の厚さは、Arイオンスパッタリングと組み合わせたオージェ電子分光(AES)により求めることが出来る。この方法においては、所定厚さまでスパッタした後、測定対象の各元素のスペクトル強度から相対感度因子補正により、その深さでの組成を求めることが出来る。酸化物または水酸化物

に起因する0の含有率は、ある深さで最大値となった後（これが最表層の場合もある）、減少し、一定となる。0の含有率が最大値より深い位置で、最大値と一定値との和の1/2となる深さを、酸化物の厚さとする。また、表層Al濃度は、Al含有率の深さ方向プロファイルにおける最大値とする。ここで、めっき表面における平坦部の面積率は、20～80%とするのが望ましい。20%未満では、平坦部を除く部分（凹部）での金型との接触面積が大きくなり、実際に金型と接触する面積のうち、酸化物厚さを確実に制御できる平坦部の面積率が小さくなるため、プレス成形性の改善効果が小さくなる。また、平坦部を除く部分は、プレス成形時にプレス油を保持する役割を持つ。従って、平坦部を除く部分の面積率が20%未満になると（平坦部面積率が80%を超えると）プレス成形時に油切れを起こしやすくなり、プレス成形性の改善効果が小さくなる。

【0019】なお、めっき表面の平坦部は、光学顕微鏡あるいは走査型電子顕微鏡で表面を観察することで容易に識別可能である。めっき表面における平坦部の面積率は、上記顕微鏡写真を画像解析することにより求めることが出来る。

【0020】本発明で用いる合金化溶融亜鉛めっき鋼板のめっき皮膜のFe含有率およびAl含有率は特に規定しないが、めっき層としては主としてδ1相からなり、更に、ε相を含んでいる構造が望ましい。Fe濃度が低いとあるいはεが主体となると、めっき皮膜が低融点で軟質となるため、プレス成形時にいわゆるフレーキングとなってめっき皮膜が金型に堆積し、製品歩留まりの低下や金型手入れの頻度増加による生産性の低下をもたらすことがある。また、δ1単相となるまで合金化を進めると、Fe含有率の高いΓ相、Γ1相が厚くなり、プレス加工時にめっき皮膜が剥離するパウダリングが生じ易くなり、剥離粉による押し傷が発生し易い。従って、めっき皮膜としてはδ1主体でεが残存する構造が有利である。

【0021】本発明に係る合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造するに關しては、めっき浴中にAlが添加されていることが必要であるが、Al以外の添加成分元素は特に限定されない。すなわち、Alの他に、Fe、Pb、Sb、Si、Sn、Mg、Mn、Ni、Ti、Li、Cu等が含有または添加されていても、本発明の効果が損なわれるものではない。

【0022】

【実施例】次に、本発明を実施例により、更に詳細に説明する。

【0023】板厚0.8mmの冷延鋼板上に、常法の合金化溶融亜鉛めっき皮膜を形成し、更に調質圧延を行った。この際に、調質圧延の圧下荷重を変化させることで、表面における平坦部面積率を変化させた。引き続き、平坦部の表層に酸化物層を形成させるために次の2種類の酸化处理を行った。

【0024】[形成方法A]上記合金化溶融亜鉛めっき鋼板をpH3の硫酸酸性の過酸化水素水溶液に浸漬。温度50℃。過酸化水素の濃度を種々変化させて平坦部における酸化物層の厚さを調整。

【0025】[形成方法B]上記合金化溶融亜鉛めっき鋼板をpH2の硫酸酸性の硝酸ナトリウム水溶液に浸漬し、陰極電解。温度50℃。電流密度と通電時間を種々変化させて平坦部における酸化物層の厚さを調整。

【0026】上記酸化处理前にはpH12の水酸化ナトリウム水溶液に浸漬し、合金化処理時の加熱により生成した酸化物層を除去した。

【0027】次いで、上記方法で作成した供試材について、めっき皮膜中のFe含有率、平坦部面積率、酸化物層厚さ、表層Al濃度の測定およびプレス成形性の評価を行った。酸化物層厚さ、表層Al濃度の測定およびプレス成形性の評価は下記の方法で行った。

【0028】酸化物層の厚さ測定

オージェ電子分光(AES)により平坦部の各元素の含有率(at%)を測定し、引き続いて所定の深さまでArスパッタリングした後、AESによりめっき皮膜中の各元素の含有率の測定を行い、これを繰り返すことにより、深さ方向の各元素の組成分布を測定した。酸化物、水酸化物に起因する0の含有率はある深さで最大となった後、減少し一定となる。0の含有率が、最大値より深い位置で、最大値と一定値との和の1/2となる深さを、酸化物の厚さとした。また、Alの含有率が最大となる値を表層Al濃度とした。なお、予備処理として30秒のArスパッタリングを行って、供試体表面のコンタミネーションレイヤーを除去した。

【0029】(2)プレス成形性評価試験(摩擦係数測定試験)

プレス成形性を評価するために、各供試体の摩擦係数を以下のようにして測定した。

【0030】図1は、摩擦係数測定装置を示す概略正面図である。同図に示すように、供試体から採取した摩擦係数測定用資料1が、資料台2に固定され、資料台2は、水平移動可能なスライドテーブル3の上面に固定されている。スライドテーブル3の下面には、これに接したローラ4を有する上下動可能なスライドテーブル支持台5が設けられ、これを押し上げることにより、ビード6による摩擦係数測定用資料1への押し付け荷重Nを測定するための、第1ロードセル7がスライドテーブル支持台5に取り付けられている。上記押し付け力を作用させた状態でスライドテーブル3を水平方向へ移動させるための摺動抵抗力Fを測定するための第2ロードセル8が、スライドテーブル3の一方の端部に取り付けられている。なお、潤滑油として日本バーカライジング社製ノックスラスト550HNを試料1の表面に塗布して試験を行った。

【0031】図2、3は使用したビードの形状・寸法を



示す概略斜視図である。ビード6の下面が試料1の表面に押し付けられた状態で摺動する。図2に示すビード6の形状は幅10mm、試料の摺動方向長さ12mm、摺動方向両端の下部は曲率4.5mmRの曲面で構成され、試料が押し付けられるビード下面は幅10mm、摺動方向長さ3mmの平面を有する。図3に示すビード6の形状は幅10mm、試料の摺動方向長さ69mm、摺動方向両端の下部は曲率4.5mmRの曲面で構成され、試料が押し付けられるビード下面は幅10mm、摺動方向長さ60mmの平面を有する。

【0032】摩擦係数測定試験は下に示す2条件で行った。

\* 【表1】

試験材 No.	酸化物層 形成方法	腐食性試験後 アルカリ処理	めっき層中Fe含有率 (wt%)	平坦部面積率 (%)	表層Al濃度 (at%)	平坦部酸化膜厚 (nm)	摩擦係数		備考
							条件1	条件2	
1	処理無し	無し	9.9	0	22.0	-	0.185	0.258	比較例1
2	"	"	9.5	43	24.2	6.2	0.18	0.244	比較例2
3	A	有り	11.2	38	25.1	8.1	0.178	0.23	比較例3
4	B	"	10.4	49	21.2	7.9	0.173	0.239	比較例4
5	A	"	9.9	10	13.0	12.6	0.164	0.244	比較例5
6	B	"	10.5	15	11.5	18.5	0.167	0.236	比較例6
7	A	"	10.1	88	17.2	13.1	0.163	0.231	比較例7
8	B	"	8.9	90	10.9	15.5	0.166	0.234	比較例8
9	A	"	11.5	51	24.5	20.1	0.171	0.23	比較例9
10	B	"	11.6	50	24.5	27.9	0.162	0.201	比較例10
11	A	"	10.0	50	18.1	13.2	0.13	0.232	本発明例1
12	B	"	9.8	46	17.7	14.0	0.122	0.223	本発明例2
13	A	"	11.1	58	10.5	21.1	0.13	0.241	本発明例3
14	A	"	10.8	54	9.8	24.5	0.124	0.237	本発明例4
15	B	"	10.9	54	11.1	28.4	0.13	0.235	本発明例5
16	B	"	10.9	50	15.4	23.5	0.124	0.224	本発明例6
17	A	"	8.8	45	12.4	30.0	0.132	0.172	本発明例7
18	A	"	8.6	53	8.9	33.8	0.129	0.177	本発明例8
19	A	"	9.5	45	9.4	31.0	0.134	0.176	本発明例9
20	A	"	8.8	50	8.4	32.5	0.125	0.178	本発明例10
21	A	"	10.4	49	9.3	51.3	0.136	0.171	本発明例11
22	A	"	9.4	67	11.2	82.1	0.127	0.165	本発明例12
23	A	"	10.5	57	13.4	167.0	0.124	0.168	本発明例13
24	B	"	10.4	60	17.5	45.8	0.125	0.177	本発明例14
25	B	"	10.6	54	13.2	52.3	0.136	0.17	本発明例15
26	B	"	10.6	58	10.0	43.9	0.127	0.176	本発明例16
27	B	"	9.3	58	9.2	47.4	0.133	0.179	本発明例17
28	B	"	9.5	63	9.1	82.3	0.132	0.169	本発明例18
29	B	"	10.4	85	8.5	112	0.129	0.162	本発明例19
30	B	"	9.6	64	8.1	126.0	0.128	0.168	本発明例20

【0038】表1に示すように、表層の酸化膜厚、表層のAl濃度および平坦部の面積率が本発明範囲内にある場合(本発明例1~20)には、条件1の摩擦係数はすべて非常に低い値であり、更に、酸化膜厚が30nm以上と厚い場合(本発明例7~20)には、条件2の摩擦係数も低い値となり、更に良好な摺動特性を示した。これに対して、表層の酸化膜厚および表層のAl濃度が本発明範囲を外れる比較例(比較例1~4)は、いずれの摩擦係数も高い値を示し、摺動特性は低下した。一方、表層の酸化膜厚および表層のAl濃度が本発明範囲に含まれていても、平坦部面積率が本発明範囲内を外れる比較例は(比較例5~8)、条件1の摩擦係数がわずかに低下したが、条件2の摩擦係数はまったく低下せず、摺動特性の改善効果はなかった。また、酸化膜厚および平坦部面積率が本発明範囲内に含まれていても、表層のAl濃度が本発明範囲内を外れる比較例は(比較例9,10)、条件1, 2の摩擦係数がわずかに低下したのみであった。

※50

\* 【0033】[条件1] 図2に示すビードを用い、押し付け荷重N:400kgf、試料の引き抜き速度(スライドテーブル3の水平移動速度):100cm/minとした。

【0034】[条件2] 図3に示すビードを用い、押し付け荷重N:400kgf、試料の引き抜き速度(スライドテーブル3の水平移動速度):20cm/minとした。

【0035】供試体とビードとの間の摩擦係数 $\mu$ は、式： $\mu = F/N$ で算出した。

【0036】試験結果を表1に示す。

【0037】

\* 【表1】

※ 【0039】

【発明の効果】本発明の合金化溶融亜鉛めっき鋼板は表面に平坦部を有し、その平坦部の表面に10nm以上の厚さの酸化物層を有しているため、プレス成形時の摺動抵抗が小さく、安定して優れたプレス成形性を示す。

【図面の簡単な説明】

【図1】摩擦係数測定装置を示す概略正面図。

【図2】図1中のビード形状・寸法を示す概略斜視図。

【図3】図1中のビード形状・寸法を示す概略斜視図。

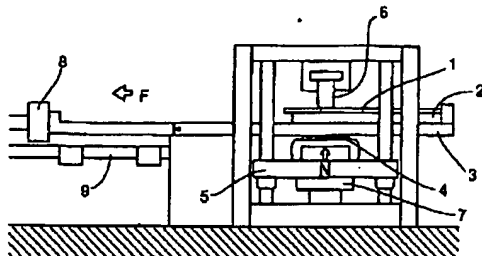
【符号の説明】

- 1... 摩擦係数測定用試料
- 2... 試料台
- 3... スライドテーブル
- 4... ローラ
- 5... スライドテーブル支持台
- 6... ビード
- 7... 第1ロードセル

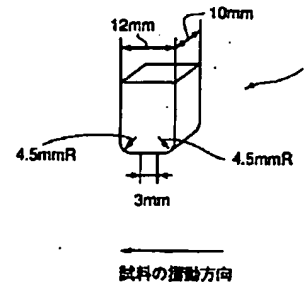
8... 第2ロードセル  
9... レール  
N... 押し付け荷重

F... 摺動抵抗力  
P... 引張荷重

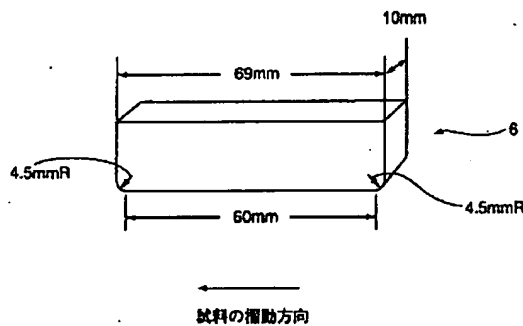
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 野村 修二  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内  
(72)発明者 櫻井 理孝  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72)発明者 杉本 芳春  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内  
(72)発明者 稲垣 淳一  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

Fターム(参考) 4K027 AA05 AA22 AB02 AB36 AB37  
AB44 AC73 AC82  
4K044 AA02 AB02 BA10 BA12 BB03  
BC01 BC05 CA11 CA62 CA64